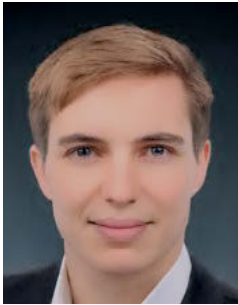


Digitalisierung aus Nachhaltigkeitssicht – Beispiel Energiesektor



Wuppertal
Paul Weigel
paul.weigel@rocketmail.com

Prof. Dr. Manfred Fischedick
manfred.fischedick@wupperinst.org

DBFZ
André Brosowski
andre.brosowski@dbfz.de

Kernaussagen

1. Wir befinden uns bereits mitten in einem sich zunehmend **beschleunigenden Digitalisierungsprozess**
2. Die Digitalisierung bietet **erheblichen Nutzen** und ist **Enabler der Energiewende**
3. Es bestehen z.T. erhebliche **Spannungsfelder**, deren **frühzeitige Betrachtung** wichtig ist um den Nutzen realisieren zu können
4. Die **multikriterielle Analyse** von digitalen Anwendungen kann helfen Spannungsfelder und Lösungsvorschläge zu identifizieren

- *Senken des Energieverbrauchs:*
z.B. Verhaltensänderung durch Verbrauchstransparenz und Reduzierung von Verlusten
- *Umwelt- / Klimaschutz (Reduktion der Ressourcen & Emissionen):*
z.B. durch netzdienliche Einbindung von erneuerbaren Energien und Lastverlagerung
- *Erfüllen gesellschaftlicher Bedürfnisse:*
z.B. durch verbesserte Verbrauchstransparenz und -steuerung und aktive Einbindung des Energiemanagements in industrielle Prozesse
- *Steigerung des Umsatzes:*
z.B. durch neue Produkte und Services (Smart Home Applications) und neue Geschäftsmodelle (Data Mining, Plattform Provider)

1. Wir befinden uns bereits mitten in einem sich zunehmend beschleunigendem Digitalisierungsprozess

Die Digitalisierung ist längst gelebte Praxis. Jeden Tag werden Milliarden an „digitalen“ Handlungen ausgeführt. Beispielsweise werden täglich 207 Mrd. E-Mails verschickt, 8,8 Mrd. YouTube-Videos angesehen und 36 Mio. Amazonkäufe getätigt (vgl. [1]). Dabei nimmt die Geschwindigkeit, mit der neue Anwendungen entwickelt und etabliert werden, kontinuierlich zu. Es stellt sich also die Frage, was im Energiesektor zu erwarten ist und wie die Entwicklung zielgerichtet genutzt werden kann.

2. Die Digitalisierung bietet erheblichen Nutzen und ist Enabler der Energiewende

Die Digitalisierung kann generell als ein Enabler nachhaltiger Entwicklung gesehen werden. Im Energiesektor bietet die Digitalisierung erheblichen Nutzen, insbesondere in den folgenden sechs Bereichen (vgl. [2], [3]):

- *Verbesserung der Systemstabilität/Netzsteuerbarkeit:*
z.B. durch Einbringung von Flexibilitäten und Erhöhung der Dichte an Netzzustandsdaten
- *Senken der Energiekosten (Preis/kWh):*
z.B. durch optimierte Prozesse und zustandsbasierte Instandhaltung

Insbesondere durch Anwendungen zur Flexibilisierung und Steuerung von Last und Erzeugung sowie durch verbesserte Transparenz zur Netzauslastung können vermehrt erneuerbare Energien im Energiesystem integriert, Energieeffizienzpotenziale gehoben und somit CO₂-Emissionen eingespart werden. Die Digitalisierung ist also ein Enabler der Energiewende (vgl. [4], [5]).

Weiterhin kann die Digitalisierung die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft verbessern. Durch die Verfügbarkeit und Authentifizierung von Informationen über Qualität, Zusammensetzung, Herkunft, Anwendungshistorie und das voraussichtliche Produktlebensende sowie die Weitergabe dieser Informationen entlang des Produktlebenszyklus kann der Anteil an wiederverwertbaren Materialien gesteigert werden. Die Digitalisierung ist also ein Enabler der Circular Economy (vgl. [6]).

Der angewandte Nutzen der Digitalisierung kann sehr vielfältig sein. So unterstützt die Digitalisierung beispielsweise die Nutzung biogener Rohstoffe in mehrfacher Hinsicht. Insbesondere kann hier die digitale Zusammenführung von institutionellem Wissen zu Datenbanksystemen und die digitale Bereitstellung von Schlüsselinformationen zur Beantwortung höherwertiger Fragestellungen führen. So kann sowohl die Bewertung der biogenen Ressourcenbasis als auch des Impacts verschiedener Technologieausprägungen präzisiert werden. Dies führt zur Optimierung bestehender Anwendungen und Erschließung neuer Potenziale.

3. Es bestehen Spannungsfelder, deren frühzeitige Betrachtung wichtig ist um Nutzen realisieren zu können

Neben den zahlreichen Nutzen ergeben sich jedoch auch neue Spannungsfelder zwischen Nutzen der Digitalisierung und nachhaltiger Entwicklung. Die frühzeitige Analyse der Spannungsfelder ist von großer Wichtigkeit um potenzielle Hindernisse zu identifizieren und Lösungsoptionen auszuarbeiten.

Die Spannungsfelder können in diese vier Kategorien eingeordnet werden:

- Sicherheit
- Ökonomie
- Gesellschaft
- Ökologie.

Die nachfolgende **Abbildung 1** bietet eine knappe Übersicht der wichtigsten Spannungsfelder. Es ist durchaus möglich, dass eine digitale Anwendung einen Nutzen aufweist, ohne dass der Nachteil des jeweiligen Spannungsfeldes besteht. Gleichermäßen kann natürlich auch der Nachteil ohne den Nutzen bestehen. Nachfolgend einige Beispiele von Spannungsfeldern anhand digitaler Anwendungen.

Spannungsfeld Ökonomie –

Beispiel Blockchain:

„Zukunftsfähigkeit“ vs.

„Veränderung der Arbeitswelt“

Die Blockchain ermöglicht die direkte automatisierte und manipulationssichere Kommunikation zwischen Akteuren (auch Geräten) im Energie-Wertschöpfungsnetz und darüber hinaus. Auch kleine Transaktionen können durch Wegfall der zentralen

Koordination und Authentifizierung wirtschaftlich durchgeführt werden. Dies kann z.B. genutzt werden für die Ladeinfrastruktur der E-Mobilität, die Zertifizierung von Grün- und Regionalstrom, Nachbarschafts- und Mieterstromkonzepte und Flexibilitätsangebote (vgl. [7]). Im Extremfall wird Strom komplett automatisiert über Blockchain-Anwendungen (Peer-2-Peer) gehandelt (dabei sind keine Aggregatoren/Vermarkter nötig). Dem gegenüber steht der potenzielle Wegfall von Aufgaben (im Peer-2-Peer-Extremfall fällt die gesamte Vermittlung zwischen Erzeuger und Verbraucher weg). Zwar werden durch die Implementierung der Blockchain neue Jobs geschaffen, diese setzen aber häufig deutlich andere, meistens höhere Qualifikationen voraus. Bei heutigen Blockchain-Anwendungen bestehen darüber hinaus weitere Implementierungshindernisse, insbesondere der extrem hohe Strombedarf sowie die langsame Transaktionsgeschwindigkeit.

Spannungsfeld Gesellschaft –

Beispiel Smart Home:

„Komfort, Convenience & Usability“ vs.

„Privatsphäre & Informationsselbstbestimmung“

Als Folge der Smart Meter-Installation und der somit verfügbaren Informationen über den zeitlichen Stromverbrauch ergeben sich Möglichkeiten für Smart Home-Systeme und -Services welche auf Kundenbedürfnisse fokussiert sind. Im Kern zentralisieren Smart Home-Systeme die Bedienung verschiedener Anwendungen wie Licht, Heizung, Lüftung sowie „smarter“ (Haushalts-)Geräte um den Komfort beispielsweise durch ortsunabhängige Steuerung zu steigern und den Energieverbrauch sowie die Kosten durch erhöhte Verbrauchs- und Kostentransparenz

 Sicherheit	„Prozess- und Zustandsüberwachung“ Einsatz smarter Technologien, umfangreiche Vernetzung	 „Cyber Security Bedrohungen“ Verletzlichkeit der kritischen Infrastruktur, Abhängigkeit von IT-Systemen, Gefahren für Datensicherheit
 Ökonomie	„Commons-Ökonomie“ Sharing Economy, neue Verteilungsmuster, Demokratisierung „Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft“ Innovationskraft, Wettbewerbsfähigkeit, Exportpotenziale	 „Winner takes it all“ Plattform Geschäftsmodelle fördern Monopolbildung „Veränderung des Arbeitsmarktes“ Automatisierung, Wegfall Arbeitsplätze, neue Anforderungen
 Gesellschaft	„Digitale Aufklärung“ Weltwissen, freier Informationszugang, ... „Komfort“ Komfort, Convenience, Usability	 „Digitale Demenz“ Entertainment-Society, Fake-News, Informations-Überangebot „Privatsphäre & Informationsselbstbestimmung“ Datensammlung, Auswertung, Lösbarkeit
 Ökologie	„Energie- und Ressourceneffizienz“ Effizienzsprünge in Produktion, Produkten, Services, Verhalten „Elektrifizierung & Sektorenkopplung“ Elektrifizierung weiterer Sektoren e.g. Mobilität, Wärme	 „Rebound Effekte & Ressourcen-Dissipation“ Mehr Wachstum, mehr (elektrische) Geräte, erhöhte Nutzung „Anstieg des Stromverbrauchs“ Sektorenkopplung nur bei hohem EE-Anteil ökologisch sinnvoll

Abbildung 1

Spannungsfelder der Digitalisierung im Energiesektor
(eigene Darstellung)

zu senken. Weiterhin kann ein Smart Home-System ebenfalls als Sicherheitssystem durch Zustandsmonitoring dienen (vgl. [8]).

Insgesamt ist die Erhebung von umfangreichen Stamm- und Verbrauchsdaten erforderlich. Diese, sowie die hieraus gewonnenen Informationen, welche z.T. detailliert über Verhaltensweisen Aufschluss geben, werden unter autorisierten Akteuren übermittelt. Sobald Informationen erhoben werden spielt Datensicherheit eine kritische Rolle (vgl. [9]).

Spannungsfeld Ökologie –

Beispiel Autonomes Fahren:

„Energie- und Ressourceneffizienz“ vs.
„Rebound-Effekte“

Autonom fahrende Autos können je nach Ausgestaltung gemeinschaftlich genutzt werden oder in Privatbesitz sein. Der Einfluss der Ausgestaltung auf die Umweltbelastung ist erheblich. Wenn autonome Fahrzeuge gemeinschaftlich in Car-Sharing-Diensten genutzt werden, erhöht sich der Nutzungsgrad der Fahrzeuge und der Fahrzeugbedarf sinkt. Sind die Car-Sharing-Dienste keine Konkurrenz, sondern sinnvolle Ergänzung der öffentlichen Verkehrsmittel, reduziert sich ebenfalls die Fahrleistung. Wenn autonome Fahrzeuge jedoch in Privatbesitz sind und häufiger und für weitere Strecken genutzt werden und somit den öffentlichen Nahverkehr substituieren, steigt die Fahrleistung und der Fahrzeugbedarf. Die Stärke der Rebound-Effekte hängt von der Ausgestaltung ab (vgl. [10]).

Spannungsfeld Ökologie –

Beispiel Smart Meter (iMSys):

„Energie- und Ressourceneffizienz“ vs.
„Rebound-Effekte“






Der Roll-out der iMSys (bestehend aus Stromzähler & Gateway) ist ein wichtiger Enabler des Smart Grids/ Smart Markets und der Smart Home-Systeme. Durch den Smart Meter-Roll-out ist eine Verbrauchs-

reduktion durch Verhaltensänderung basierend auf Verbrauchs- und Kostentransparenz zu erwarten. Weiterhin wird prinzipiell die Möglichkeit zur Lastverschiebung (auch automatisiertes Demand Side Management) basierend auf z.B. Preissignalen geschaffen. Somit können CO₂-Emissionen reduziert und Netzausbau vermieden werden (vgl. [11]). Anders als herkömmliche Ferraris-Zähler beinhalten Smart Meter jedoch elektrotechnische Bauteile (Mikrochips, Kondensatoren, Displays etc.). Wenn Hersteller hier keinen besonderen Fokus setzen, enthalten diese Bauteile z.T. kritische Rohstoffe, welche potenziell aus Konfliktregionen stammen, starke Umweltschäden am Abbauort oder eine Abhängigkeit von anderen Nationen verursachen (vgl. [12]).

4. Die multikriterielle Analyse von digitalen Anwendungen kann helfen Spannungsfelder und Lösungsvorschläge zu identifizieren

Die Analyse und Bewertung von digitalen Anwendungen und deren Spannungsfeldern ist zum Teil sehr komplex. Zum einen sind Bewertungskriterien in den Bereichen Sicherheit, Ökonomie, Gesellschaft und Politik, Ökologie sowie Technologie zu berücksichtigen, zum anderen müssen jeweils der Aufwand wie auch die positiven und negativen Auswirkungen analysiert werden. Der Aufwand besteht im Wesentlichen aus dem Produktions-, Implementierungs- und Betriebsaufwand. Die Auswirkungen sind äquivalent zu den bereits vorgestellten Nutzen, können aber natürlich positiver sowie negativer Natur sein. Zusätzlich können verschiedene Blickwinkel der jeweiligen Akteure wie etwa Erzeuger, Netz, Verbraucher/Prosumer, Gesellschaft etc. eingenommen werden. Die Übersicht der Bewertungsstruktur ist in der folgenden **Abbildung 2** dargestellt.

Abbildung 2
Nachhaltigkeitsbewertung
digitaler Anwendungen
basierend auf multiplen
Kriterien
(eigene Darstellung)

Kriterienkategorien	Aufwand	Auswirkung	Akteure
 Sicherheit	Produktions- und Implementierungsaufwand	Betriebsaufwand	Erzeuger
 Ökonomie			Netz
 Gesellschaft und Politik			Handel
 Ökologie			Vertrieb
 Technologie			Verbraucher/Anwender/Prosumer
		Systemstabilität/Netzsteuerbarkeit	Umwelt
		Energiekosten (Preis/kWh)	Gesellschaft
		Energieverbrauch	
		Umwelt und Klima (Ressourcen und Emissionen)	
		Gesellschaftliche Bedürfnisse	
		Geschäftsklima	

Aufgrund der komplexen Kriterien- und Akteursstruktur eignet sich die multikriterielle Analyse als Bewertungsgrundlage. Durch die Möglichkeit sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte zu integrieren kann die Komplexität der Bewertung auf ein handhabbares Maß reduziert werden, sodass eine transparente Grundlage für eine offene Diskussion geschaffen wird. Gleichzeitig können besonders kritische Einzelaspekte identifiziert werden, um so Lösungsalternativen zu erarbeiten. Bei Bedarf kann eine Lebenszyklusanalyse (Ökobilanz) vorgeschaltet werden um eine möglichst quantitative Bewertungsgrundlage zu schaffen.

5. Quellenangaben

- [1] World Bank Group, World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, DC: World Bank, 2016
- [2] dena, „15 Thesen auf dem Weg in die digitale Energiewelt“, März 2017
- [3] Forschungsradar Energiewende, „Die Digitalisierung der Energiewende“, 2018.
- [4] dena, „Digitalisierung als Enabler für die Steigerung der Energieeffizienz“, dena, 2017
- [5] Forum für Zukunftsenergien e.V., „Chancen und Herausforderungen durch die Digitalisierung der Wirtschaft“. Schriftenreihe des Kuratoriums, 2016
- [6] H. Wilts und H. Berg, „The digital circular economy, Can the digital transformation pave the way for resource-efficient materials cycles“. Apr-2017
- [7] BDEW, „Blockchain in der Energiewirtschaft“, BDEW, 2017
- [8] O. D. Doleski, Hrsg., Herausforderung Utility 4.0: wie sich die Energiewirtschaft im Zeitalter der Digitalisierung verändert. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017
- [9] M. Friedrichsen und P.-J. Bisa, Hrsg., Digitale Souveränität. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016
- [10] Agora, „Agora Verkehrswende: Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende“, Agora, 2017
- [11] BMWi und EY, „Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler“, 2013
- [12] Landis+Gyr, „How to improve circularity of smart meters?“, Landis+Gyr, 2018